

Забезпечення вибухобезпечності освітлювальних установок

Рой Ю.В., Рой В.Ф., д.ф.-м.н., проф.

Харківська національна академія міського господарства

Проблема забезпечення вибухо- і пожаробезпечності освітлювальних установок (ОУ), що експлуатуються в технологічному середовищі, пов'язаному з використанням небезпечних відносно спалаху речовин, є досить актуальною, у зв'язку з широкою сферою використання таких систем. Це, насамперед, підприємства хімічної, газової, текстильної, вугільної, та багато інших галузей промисловості. Такі зони допускається освітлювати лише приладами, які не можуть бути джерелом запалення вибухонебезпечного середовища. В настоящій час Європейським комітетом по стандартизації розроблені спеціальні правила і норми експлуатації електроустановок в вибухонебезпечних зонах, це, зокрема, стандарт АTEX 94/9/ЕС (Обладнання і захисні системи для використання в потенційно вибухонебезпечній атмосфері), спрямовані на створення вибухозахищеного обладнання. Згідно цього стандарту, електричні апарати для вибухонебезпечних зон класифіковані по групам, категоріям і температурним класам, що в більшості пунктів відповідають вимогам останній редакції УкрПУЕ.

Найбільш важливим параметром, що характеризує вибухонебезпечне середовище є температура запалення, яка є найнижчою величиною, що може запалити вибухонебезпечну атмосферу. Тому найбільша температура поверхні усіх елементів ОУ повинна бути нижчою, ніж температура спалаху небезпечного газового середовища.

Найвищий ступень захисту світлових приладів регламентується Європейським стандартом EN50019 (підвищена надійність «е») і полягає в незастосуванні джерел, що можуть привести до спалаху, тобто виключенні можливості виникнення високої температури, іскр, електричних дуг.

Найбільш реальним світловим приладом (СП), що при певних умовах може задовольнити таким вимогам, є освітлювач з ЛЛ з рівнем захисту «е».

Раніше було експериментально доведено [1], що запалююча спроможність іскр, які виникають при комутації електричних кіл ОУ, що містять реактивні елементів, - тим більша, чим більші напруги, струм та індуктивність, що в сукупності визначають енергію іскрового розряду, який може бути джерелом запалення вибухонебезпечного середовища. Крім того, важливим параметром запалення є також тривалість дугової стадії розряду, оскільки саме вона характеризується проходженням високого струму та температурою, в основному, обумовлює спроможність запалення небезпечного середовища.

Тому енергія W дугової стадії розряду може бути представлена:
$$W = \int_0^t U \cdot i \cdot dt,$$

де U – діюча напруга, i – струм розряду, t – тривалість дугової стадії. Оскільки напруга і струм значною мірою визначаються робочими параметрами джерела світла, що використовується в СП, то єдиним відносно незалежним параметром, яким можна регулювати величину енергії дугового розряду, є саме тривалість

дугової стадії. Таке регулювання можливо здійснювати за рахунок збільшення частоти живлючої напруги, оскільки кожен перехід напруги через «нуль» супроводжується погасанням дугового розряду і зменшенням тривалості горіння дуги. Таким чином, тривалість горіння дугової стадії розряду є одним з основних чинників, що визначають вплив частоти живлючої напруги на величину електричної енергії, яка накопичується в реактивних елементах електричних кіл ОУ. Так, оцінка величини струму запалення метано-повітряної суміші на частоті живлючої мережі 20 кГц дає величину запалюючого струму $I_{\text{зап}} = 1,6\text{А}$, що майже на порядок більше, ніж на промисловій частоті [1].

Це пояснюється тим, що тривалість чверті періоду напруги живлення підвищеною частотою на порядок менша, ніж при живленні струмом 50 Гц і дуга гасне кожен раз при проходженні напруги через «0», що супроводжується деіонізацією розрядного проміжку, і, відповідно, зменшенням енергії розряду. Оскільки швидкість зростання напруги в момент переходу струму через «0» пропорційна частоті живлення: $dU/dT = 2\pi \cdot f \cdot E_m$, де E_m – напруга джерела живлення, f – частота, то імовірність появи дуги в момент $i = 0$ визначається величиною dU/dT і відношенням термінів іонізації та деіонізації носіїв в плазмі газового розряду.

При збільшенні частоти живлення швидкість зростання напруги збільшується і при деякому значенні f стане більше за швидкість збільшення електричної міцності розрядного проміжку. В цьому випадку тривалість дугової стадії розряду перебільшить величину напівперіода напруги живлення, що приведе до зменшення величини запалюючої спроможності струму. Подальше збільшення частоти призводить до моменту, коли тривалість дугової стадії розряду буде визначатися лише швидкістю розмикання електричної мережі і запалююча спроможність її буде відповідати запалюючій спроможності дугового розряду на постійному струмові.

При збільшенні індуктивності електричної мережі зростає тривалість дугової стадії розряду, завдяки збільшенню накопичуваної в реактивності енергії, що призводить до збільшення запалювальної спроможності дугового розряду.

При збільшенні частоти f величина струму запалення збільшується до тих пір, поки співвідношення між постійною часу електричного кола $\tau = L/R$ та періодом ВЧ напруги не досягне величини, при якій енергія, що накопичується в індуктивності контуру, в момент розриву електричного ланцюга зможе компенсувати переходи струму через нуль. При цьому кожній частоті напруги живлення відповідає характерна для даної мережі величина індуктивності L , перевищення якої призводить до поновлення спроможності до запалення на рівні постійного струму. Для кожного значення індуктивності електричної мережі L існує частота, яка відповідає максимальному запалювальному струму, величина якої зростає із зменшенням L і може значно перебільшити запалювальну спроможність на постійному струмові. Проведені розрахунки свідчать, що для реалізації режиму вибухобезпечної роботи ОУ з ЛЛ найбільш придатним є діапазон частот напруги живлення 20-40 кГц, оскільки подальше

підвищення частоти призводить до зниження іскробезпечності електричних кіл СП.

Розроблена нами ВЧ блок живлення ЛЛ ламп складається з мережевого випрямляча, імпульсного стабілізатора, задаючого генератора, формувача імпульсів, підсилювача потужності та блока захисних трансформаторів. Захисна функція трансформаторів заснована на обмежувальній дії їх індуктивності розсіювання, в результаті якої струм КЗ на виході пристрою не перевищує допустимої по умовам вибухобезпечності величини. Крім того іскробезпечність вихідних кіл продубльована імпульсним стабілізатором, що підтримує напругу живлення на безпечному рівні. Таким чином, розроблена схема живлення СП забезпечує гарантовану безпечну роботу ОУ в робочому та аварійному режимах без порушення необхідного рівня вибухобезпечності.

Література

1. Рой В.Ф., Гаряжа А.В. Параметры взрывобезопасности сетей промышленных электроосветительных установок, //Вестник ХПИ, вып №119, 2000, С.52-54.